

## ECRAN DE RETROPROJECTION

### 1. Domaine de l'invention.

5 L'invention concerne une plaque optique et un dispositif d'affichage à projection utilisant une telle plaque.

### 2. Etat de l'art.

10 Il est bien connu d'utiliser en optique une lentille de Fresnel pour obtenir un effet général de collimation avec une épaisseur de lentille réduite. Ainsi, afin de collimater un faisceau incident émis par une source de lumière, la lentille comporte des éléments prismatiques qui redressent les rayons reçus de la source en un faisceau de rayons parallèles.

15 Comme cela est décrit dans la demande de brevet publiée sous la référence JP 2002-221 605, les éléments prismatiques sont conçus pour redresser les rayons incidents soit par réfraction (angle d'incidence faible), soit par réflexion (angle d'incidence élevé).

20 De telles lentilles sont par exemple utilisées dans un dispositif d'affichage à projection. En effet, dans un tel dispositif, un imageur de taille réduite est projeté sur un écran de visualisation par un système de projection, avec des angles d'incidence sur l'écran qui s'étendent sur une plage déterminée de valeurs, par exemple de 30° à 60°.

25 Le flux reçu du système de projection doit donc être globalement collimaté par une lentille de Fresnel, c'est-à-dire redressé selon une direction horizontale, avant d'être généralement micro-focalisé à travers une matrice sombre puis diffusé dans le champ d'observation souhaité.

30 L'efficacité optique (ou rendement) des éléments prismatiques de la lentille de Fresnel est toutefois médiocre sous certaines incidences, et notamment pour des angles d'incidence de 20° à 40°. En effet, de tels angles ne permettent un bon rendement ni par réflexion ni par réfraction pour des structures prismatiques situées sur la face incidente.

### 3. Résumé de l'invention.

35 Afin notamment de résoudre ce problème, l'invention propose d'utiliser à la place de la lentille de Fresnel une plaque optique comportant sur une première face un premier ensemble d'au moins

deux éléments optiques apte à redresser des rayons reçus d'une source lumineuse en un faisceau de rayons essentiellement parallèles à une première direction dans un plan contenant un axe principal, avec des moyens sur la seconde face pour redresser ledit faisceau selon une  
5 seconde direction différente de la première direction.

Selon une solution possible, la seconde face porte au moins un premier élément optique pour redresser le faisceau selon la seconde direction. Dans ce cas, le premier élément optique comporte de manière préférée au moins une face ayant une orientation telle que les rayons  
10 selon la première direction sont réfractés selon la seconde direction.

De façon avantageuse, la seconde face peut alors porter un second élément optique ayant une face essentiellement parallèle à ladite face du premier élément optique dans ledit plan.

Selon une autre solution possible, la seconde face comporte un  
15 dispositif holographique pour redresser le faisceau selon la seconde direction.

De manière générale, les éléments optiques sont de préférence symétriques de révolution autour de l'axe principal et la seconde direction est dirigée essentiellement selon l'axe principal.

20 Dans un premier mode de réalisation, les éléments optiques sont aptes à redresser les rayons issus de la source par réfraction. Dans un second mode de réalisation, les éléments optiques comportent chacun une face apte à réfléchir les rayons issus de la source selon la première direction.

25 Selon une caractéristique préférée, les rayons essentiellement parallèles, font un angle inférieur ou égal à  $3^\circ$  avec la première direction.

Avantageusement, ladite première direction fait un angle supérieur ou égal à  $10^\circ$  avec ladite seconde direction.

30 L'invention propose d'utiliser la plaque optique dans un écran d'un dispositif d'affichage à projection comprenant également des moyens de

génération d'une image et des moyens de projection de l'image sur l'écran. L'écran peut également comporter des éléments optiques de focalisation et/ou de diffusion.

Selon une construction particulièrement avantageuse, les moyens  
5 de projection sont tels que les rayons sont reçus par la plaque optique avec des angles d'incidence par rapport à la direction générale de la plaque optique variant sur une plage continue d'orientations non nulles par rapport à l'axe principal et la première direction correspond à l'une des orientations de ladite plage continue.

10 **4. Liste des figures.**

D'autres caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lumière de la description suivante faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente un exemple de dispositif d'affichage auquel  
15 s'applique l'invention ;
- la figure 2 représente l'écran de la figure 1 utilisant un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 3 représente un détail de la figure 2 ;
- la figure 4 représente l'écran de la figure 1 utilisant un second  
20 mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 5 représente un détail de la figure 4.

**5. Description détaillée de l'invention.**

Le dispositif d'affichage schématiquement représenté à la figure 1 comprend un système d'éclairage 2 qui génère un faisceau de  
25 lumière primaire  $B_{ill}$  reçu par un imageur (ou valve) 4.

L'imageur 4 détermine quelles parties du faisceau primaire  $B_{ill}$  doivent être transmises à un système d'imagerie, créant ainsi un faisceau de lumière secondaire  $B_{img}$  qui représente l'image à afficher.

L'imageur 4 est par exemple réalisé sous forme d'une matrice de  
30 pixels. Chaque pixel agit sur le rayon incident (partie du faisceau

primaire B<sub>III</sub>) en fonction de l'intensité à laquelle le pixel correspondant dans l'image à afficher doit être éclairé.

La lumière issue de l'imageur 4 est projetée par un système d'imagerie 6 en direction d'un écran d'affichage 10.

- 5 Dans l'exemple représenté sur la figure 1, les rayons incidents sur l'écran 10 ont un angle d'incidence qui varie d'un angle  $\Theta_1$  (de l'ordre de  $10^\circ$ ) dans sa partie inférieure à un angle  $\Theta_2$  (de l'ordre de  $60^\circ$ ) dans sa partie supérieure.

10 Dans la suite, on dénommera moteur optique l'ensemble des éléments qui génère le faisceau destiné à l'écran 10, à savoir ici l'ensemble comprenant le système d'éclairement 2, l'imageur 4 et le système d'imagerie 6.

Un premier mode de réalisation de l'écran 10 selon l'invention est représenté en figure 2.

- 15 L'écran 10 comprend une plaque optique 12 dont la fonction est de collimater le faisceau incident  $R_i$  en un faisceau  $R_c$  essentiellement parallèle à un axe principal AA'. (En général, l'axe principal AA' est horizontal et perpendiculaire au plan défini par la plaque optique 12.)

20 Pour ce faire, la plaque optique 12 comprend sur sa première face (face qui reçoit la lumière de la source, c'est-à-dire ici du moteur optique) de premiers éléments prismatiques 14 et, sur sa seconde face (face de sortie de la lumière, donc dirigée vers les éléments de focalisation mentionnés ci-dessous), de seconds éléments prismatiques 16.

- 25 La plaque optique 12 est symétrique de révolution autour de l'axe principal AA' (axe de sortie du moteur optique) et la figure 2 représente une section selon un plan contenant l'axe principal AA', ici le plan vertical contenant l'axe principal AA'.

30 Dans chaque plan contenant l'axe principal AA', les premiers éléments prismatiques 14 redressent le faisceau incident  $R_i$  en un faisceau globalement parallèle à une première direction  $R_{int}$  différente

de la direction de l'axe principal AA'. (La direction  $R_{int}$  dépend donc du plan contenant l'axe principal considéré.)

Ainsi, quel que soit l'angle d'incidence  $\theta$  sur le premier élément prismatique 14 (c'est-à-dire quelle que soit la hauteur du premier élément prismatique 14 sur la plaque 12), le rayon incident  $R_i$  est réfracté en un rayon  $R_{int}$  qui forme avec l'axe principal AA' un angle  $\theta_{int}$  fixe, comme cela sera expliqué en détail plus loin en référence à la figure 3. Selon une variante de réalisation, compte-tenu des incertitudes de réalisation, l'angle  $\theta_{int}$  peut varier suivant une amplitude de  $3^\circ$  ( $\theta_{int}$  est égal à une valeur fixe plus ou moins  $3^\circ$ ).

Les seconds éléments prismatiques 16 sont donc conçus tels qu'ils redressent le faisceau  $R_{int}$  essentiellement parallèle (c'est-à-dire préférentiellement parallèle à une direction déterminée avec une incertitude de plus ou moins  $3^\circ$ , le faisceau  $R_{int}$  étant à l'intérieur du matériau de la plaque optique) (dans chaque plan contenant l'axe principal AA') en un faisceau  $R_c$  selon une seconde direction essentiellement parallèle à l'axe principal AA' (c'est-à-dire préférentiellement parallèle à l'axe principal avec une incertitude de plus ou moins  $5^\circ$ , le faisceau  $R_c$  étant à l'extérieur du matériau de la plaque optique). Les seconds éléments prismatiques sont donc identiques quelle que soit la hauteur sur la plaque 12 (c'est-à-dire quel que soit l'éloignement de l'axe principal AA' du second élément prismatique 16 considéré). Préférentiellement, l'angle entre la première direction et la seconde direction est supérieur ou égal à  $10^\circ$  et encore plus préférentiellement à  $15^\circ$ .

Le faisceau collimaté  $R_c$  en sortie de la plaque optique 12 tombe sur un ensemble 18 d'éléments de focalisation 20 qui permettent le passage du faisceau à travers une matrice sombre 22, ce qui permet une amélioration du contraste. Les éléments de focalisation 20 permettent en général également une diffusion verticale et horizontale du faisceau afin de projeter les images dans un angle solide suffisant.

D'autres éléments optiques peuvent naturellement être prévus pour modifier les caractéristiques optiques du faisceau, par exemple au niveau de la matrice sombre 22.

Le détail d'un premier et d'un second éléments prismatiques 14, 16 est donné en figure 3 en section dans le plan vertical contenant l'axe principal AA'.

Le premier élément prismatique 14 comporte une première face 24 optiquement active qui forme un angle  $\alpha$  avec la direction générale de la plaque 18, c'est-à-dire ici avec la verticale. Comme précédemment décrit, un rayon  $R_i$  incident sur la plaque optique 12 avec un angle  $\theta$  (angle formé avec l'axe principal AA') sera réfracté par la première face 24 à l'intérieur de la plaque optique 12 sous forme d'un rayon  $R_{int}$  selon une première direction qui forme avec l'axe principal un angle  $\theta_{int}$  fixe, et donc notamment indépendant de  $\theta$ .

D'après les lois de la réfraction, on a donc pour une plaque optique d'indice  $n$  :

$$\sin(\theta - \alpha) = n \cdot \sin(\theta_{int} - \alpha)$$

ce qui donne en développant :

$$\alpha = \arctan\left(\frac{n \cdot \sin\theta_{int} - \sin\theta}{n \cdot \cos\theta_{int} - \cos\theta}\right).$$

On choisit de préférence  $\theta_{int}$  de telle sorte que l'angle d'incidence effectif  $(\theta - \alpha)$  sur la première face 24 reste faible sur l'ensemble de la plaque pour obtenir un bon rendement en réfraction des premiers éléments 14. C'est notamment le cas lorsque l'on choisit  $\theta_{int}$  dans la plage des angles d'incidence, soit entre  $\theta_1$  et  $\theta_2$ , par exemple  $\theta_{int} = \frac{1}{2} \cdot (\theta_1 + \theta_2)$ .

La seconde face 28 du premier élément prismatique 14, qui forme un angle  $\beta$  avec la direction de l'axe principal AA', n'est pas optiquement active et devra donc intercepter le moins de rayons lumineux possibles.

Dans la partie où  $\theta$  est inférieur à  $\theta_{int}$ , on prendra donc de préférence  $\beta$  proche de  $\theta$  et/ou  $\theta_{int}$  (pour éviter l'interception de rayons

par la face 28 à l'intérieur ou à l'extérieur de la plaque optique 12). Naturellement,  $\beta$  n'est pas nécessairement constant sur la plaque 12 ; on peut prendre par exemple pour chaque premier élément prismatique 14 :  $\beta = \theta$ . Une solution alternative est d'utiliser pour l'ensemble des  
 5 prismes considérés précisément  $\beta = \theta_{\text{int}}$ . Ces solutions sont notamment intéressantes dans le cas mentionné ci-dessus ( $\theta_{\text{int}}$  entre  $\Theta_1$  et  $\Theta_2$ ) où  $\theta$  est proche de  $\theta_{\text{int}}$  sur toute la hauteur de la plaque 12. Pour la partie où  $\theta$  est supérieur à  $\theta_{\text{int}}$ , on prendra par exemple la face 28 suivant AA' ( $\beta=3^\circ$ ).

10 Le second élément prismatique 16 comporte une première face 26 optiquement active qui forme un angle  $\gamma$  avec la direction générale de la plaque 12 (ici avec la verticale). Comme vu précédemment, le second élément prismatique 16, et donc sa première face 26, redresse par  
 15 réfraction le faisceau  $R_{\text{int}}$  interne à la plaque dirigé selon la première direction en un faisceau collimaté  $R_c$  selon une seconde direction essentiellement parallèle à l'axe principal AA' (c'est-à-dire préférentiellement parallèle à l'axe principal avec une incertitude de plus ou moins  $5^\circ$ , le faisceau  $R_c$  étant à l'extérieur du matériau de la plaque optique). Préférentiellement, l'angle entre la première direction  
 20 et la seconde direction est supérieur ou égal à  $10^\circ$ .

D'après les lois de la réfraction on a donc :

$$\sin \gamma = n \cdot \sin(\gamma - \theta_{\text{int}})$$

et  $\gamma$  est ainsi défini par :

$$\gamma = \arctan\left(\frac{n \cdot \sin \theta_{\text{int}}}{n \cdot \cos \theta_{\text{int}} - 1}\right).$$

25 On peut remarquer que, bien que la première direction  $R_{\text{int}}$  ne soit constante que dans chaque plan contenant l'axe principal AA', la seconde direction  $R_c$  est dirigée selon l'axe principal AA' et donc constante dans tous les plans contenant cet axe, c'est-à-dire sur toute la plaque.

La seconde face 30 du second élément prismatique 16 n'est pas optiquement active et est donc déterminée de manière à obtenir des prismes le moins aigus possibles pour faciliter leur réalisation, par exemple en formant un angle  $\delta$  avec l'axe principal AA' proche de, voire  
5 égal à,  $\theta_{int}$ .

Un seconde mode de réalisation de l'écran 10 est représenté en figure 4. Sur cette figure, les éléments qui sont identiques à ceux présents dans le premier mode de réalisation (figure 2) portent les mêmes références et ne seront pas décrits à nouveau.

10 L'écran 10 comprend ici également une plaque optique 32 dont la fonction est de collimater le faisceau incident  $R_i$  en un faisceau  $R_c$  essentiellement parallèle à l'axe principal AA'.

Comme dans le premier mode de réalisation, la plaque optique 32 comprend à cet effet sur sa première face de premiers éléments  
15 prismatiques 34 et sur sa seconde face de seconds éléments prismatiques 36.

La plaque optique 32 est elle-aussi symétrique de révolution autour de l'axe principal AA' (axe de sortie du moteur optique) et la figure 4 représente une section selon un plan contenant l'axe principal AA', ici le  
20 plan vertical contenant l'axe principal AA'.

Comme pour le premier mode de réalisation, les premiers éléments prismatiques 34 redressent dans chaque plan contenant l'axe principal AA' le faisceau incident  $R_i$  en un faisceau globalement parallèle à une première direction  $R_{int}$  (c'est-à-dire préférentiellement parallèle à une  
25 direction déterminée avec une incertitude de plus ou moins  $3^\circ$ , le faisceau  $R_{int}$  étant à l'intérieur du matériau de la plaque optique) différente de la direction de l'axe principal AA'. (La direction  $R_{int}$  dépend donc du plan contenant l'axe principal considéré.) Préférentiellement, l'angle entre la première direction et la direction de l'axe principal est  
30 supérieur ou égal à  $10^\circ$ .



Ainsi, quel que soit l'angle d'incidence  $\theta$  sur le premier élément prismatique 34 (c'est-à-dire quelle que soit la hauteur du premier élément prismatique 34 sur la plaque 32), le rayon incident  $R_I$  est réfracté puis réfléchi en un rayon  $R_{int}$  qui forme avec l'axe principal AA' un angle  $\theta_{int}$  fixe, ici négatif, comme cela sera expliqué en détail plus loin en référence à la figure 5.

Les seconds éléments prismatiques 36 sont donc conçus tels qu'ils redressent le faisceau  $R_{int}$  essentiellement parallèle (dans chaque plan contenant l'axe principal AA') en un faisceau  $R_C$  selon une seconde direction essentiellement parallèle à l'axe principal AA' (c'est-à-dire préférentiellement parallèle à l'axe principal avec une incertitude de plus ou moins  $5^\circ$ , le faisceau  $R_C$  étant à l'extérieur du matériau de la plaque optique). Les seconds éléments prismatiques sont donc identiques quelle que soit la hauteur sur la plaque 32 (c'est-à-dire quel que soit l'éloignement de l'axe principal AA' du second élément prismatique 36 considéré).

Le détail d'un premier et d'un second éléments prismatiques 34, 36 est donné en figure 5 en section dans le plan vertical contenant l'axe principal AA'.

Le premier élément prismatique 34 comporte une première face 38 et une seconde face 40. Un rayon  $R_I$  incident sur la plaque optique 12 avec un angle  $\theta$  (angle formé avec l'axe principal AA') est réfracté par la seconde face 40 à l'intérieur de la plaque optique 12 sous forme d'un rayon  $R_R$  dirigé vers la première face 38 ; la première face 38 réfléchit ce rayon  $R_R$  en un rayon  $R_{int}$  selon une première direction qui forme avec l'axe principal un angle  $\theta_{int}$  non nul fixe, et donc notamment indépendant de  $\theta$ .

Le second élément prismatique 36 comporte une première face 42 optiquement active qui forme un angle non nul avec la direction générale de la plaque 12 (ici avec la verticale). Comme vu précédemment, le second élément prismatique 36, et donc sa première

face 42, redresse par réfraction le faisceau  $R_{\text{int}}$  interne à la plaque dirigé selon la première direction en un faisceau collimaté  $R_c$  selon une seconde direction essentiellement parallèle à l'axe principal AA'.

5 La seconde face 44 du second élément prismatique 36 n'est pas optiquement active et est donc déterminée de manière à obtenir des prismes le moins aigus possible pour faciliter leur réalisation. La seconde face 44 est donc de préférence orientée parallèlement à l'axe principal AA'.

10 L'invention n'est naturellement pas limitée aux modes de réalisation décrits ci-dessus. Notamment, les moyens de redressement du faisceau interne  $R_{\text{int}}$  en un faisceau collimaté selon l'axe principal peuvent par exemple être réalisés par une surface holographique sur la seconde face de la plaque optique. La structure holographique comprend notamment une structure avec variation pseudo périodique  
15 de l'indice optique. Cette solution est d'ailleurs particulièrement avantageuse grâce au parallélisme des rayons internes  $R_{\text{int}}$  dans la plaque dans chaque plan contenant l'axe principal.

## REVENDICATIONS

1. Plaque optique (12 ; 32) comportant sur une première face un  
5 premier ensemble d'au moins deux éléments optiques (14 ; 34) apte à redresser des rayons ( $R_I$ ) reçus d'une source lumineuse en un faisceau de rayons ( $R_{int}$ ) essentiellement parallèles à une première direction dans un plan contenant un axe principal ( $AA'$ ),  
caractérisée par des moyens (16 ; 36) sur la seconde face pour  
10 redresser ledit faisceau selon une seconde direction ( $R_C$ ) différente de la première direction ( $R_{int}$ ).
2. Plaque optique selon la revendication 1, dans laquelle la seconde face porte au moins un premier élément optique (16 ; 36) pour redresser le  
15 faisceau selon la seconde direction ( $R_C$ ).
3. Plaque optique selon la revendication 2, dans laquelle le premier élément optique (16 ; 36) comporte au moins une face (26 ; 42) ayant une orientation telle que les rayons selon la première direction ( $R_{int}$ )  
20 sont réfractés selon la seconde direction ( $R_C$ ).
4. Plaque optique selon la revendication 3, dans laquelle la seconde face porte un second élément optique ayant une face essentiellement parallèle à ladite face du premier élément optique dans ledit plan.  
25
5. Plaque optique selon la revendication 1, dans laquelle la seconde face comporte un dispositif holographique pour redresser le faisceau selon la seconde direction ( $R_C$ ).
- 30 6. Plaque optique selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle les éléments optiques (14 ; 34) sont symétriques de révolution autour de

l'axe principal (AA') et dans laquelle la seconde direction ( $R_c$ ) est dirigée essentiellement selon l'axe principal (AA').

7. Plaque optique selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle les  
5 éléments optiques (14) sont aptes à redresser les rayons issus de la source par réfraction.

8. Plaque optique selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle les  
10 éléments optiques (34) comportent chacun une face (38) apte à réfléchir les rayons ( $R_i$ ) issus de la source selon la première direction ( $R_{int}$ ).

9. Plaque optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8,  
15 caractérisé en ce que le premier ensemble d'au moins deux éléments optiques est apte à redresser des rayons reçus d'une source lumineuse en un faisceau de rayons faisant un angle inférieur ou égal à  $3^\circ$  avec la première direction.

10. Plaque optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 9,  
20 caractérisé en ce que la seconde direction fait un angle supérieur ou égal à  $10^\circ$  avec la première direction.

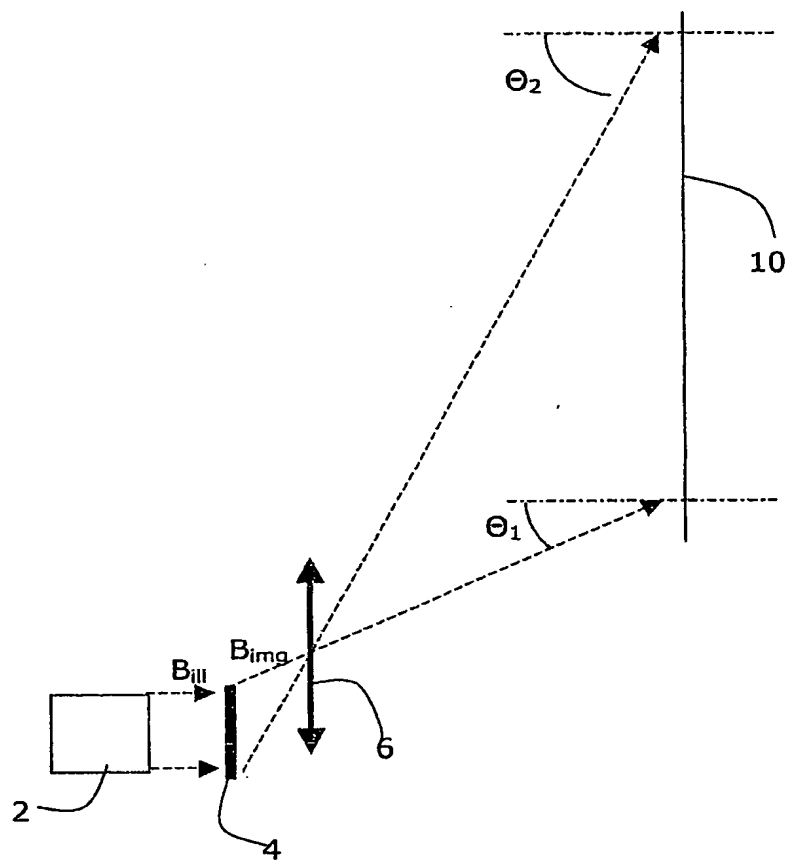
11. Dispositif d'affichage à projection comprenant :

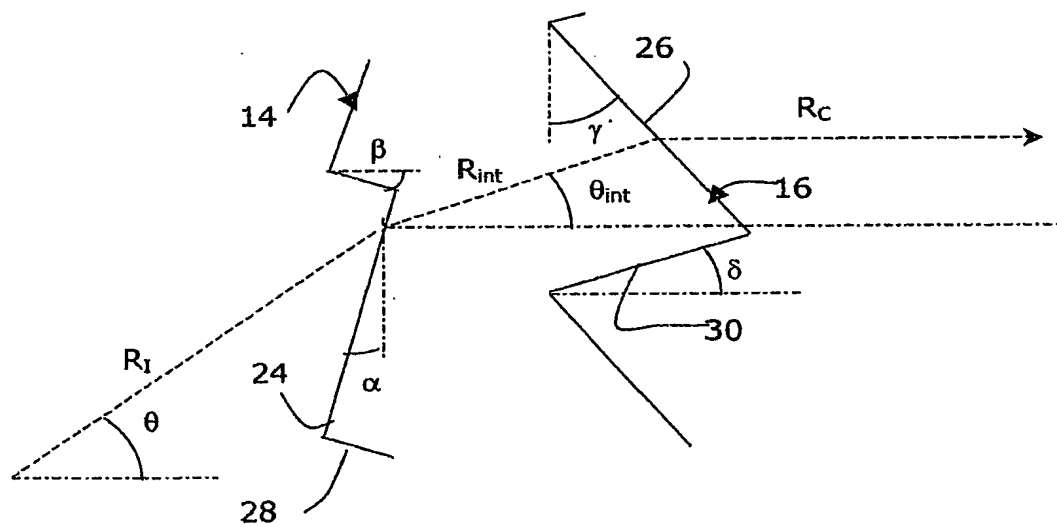
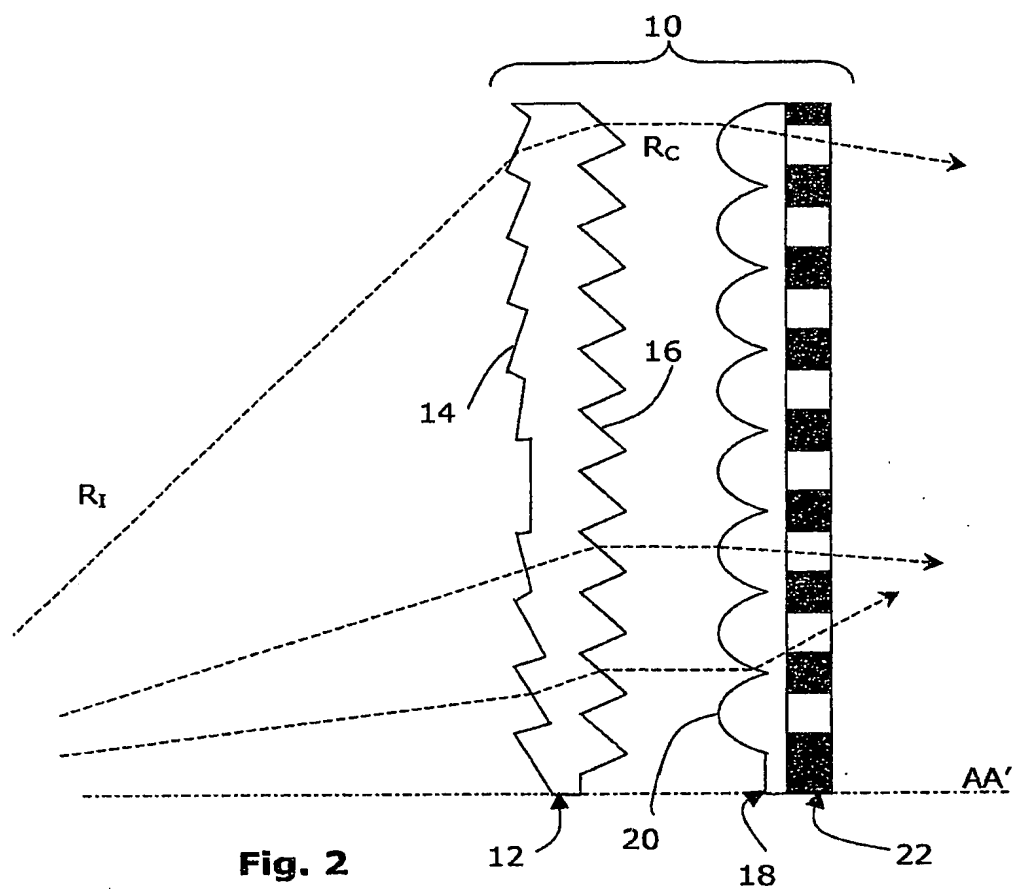
- des moyens de génération d'une image (2, 4) ;
- 25 - des moyens de projection (6) de l'image sur un écran (10) ;
- l'écran (10) comportant au moins une plaque optique (12 ; 32), dans lequel la plaque optique (12 ; 32) est conforme à l'une des revendications 1 à 8.

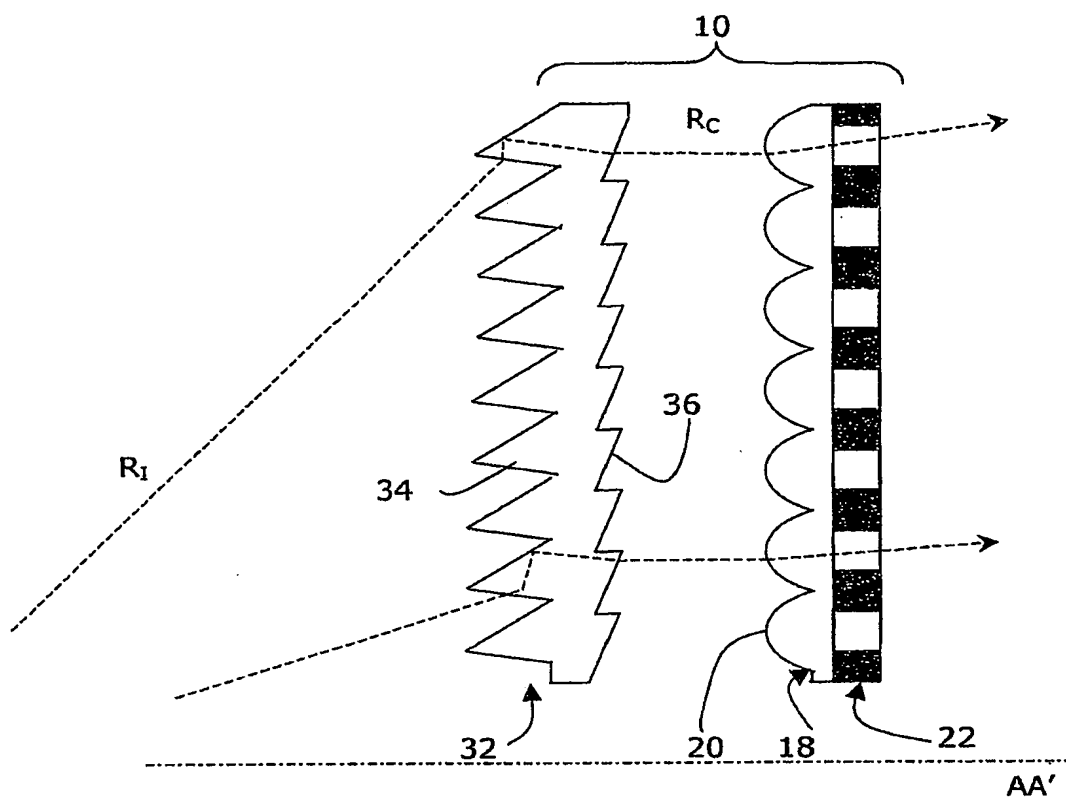
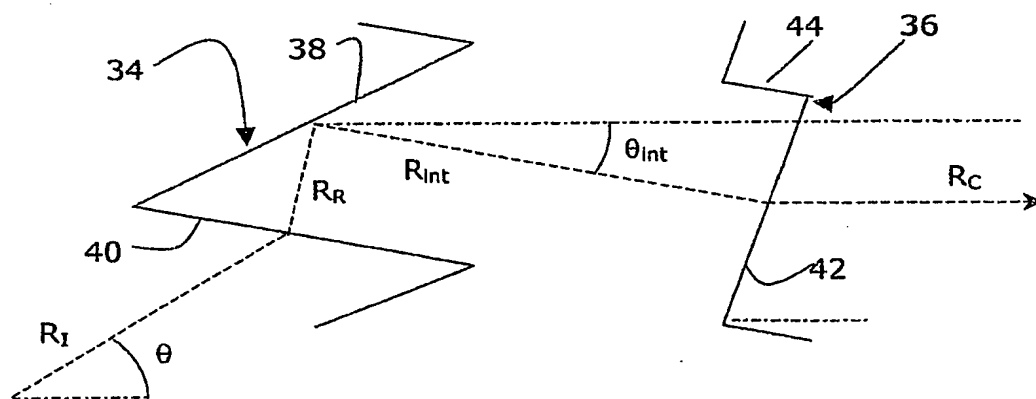
30 12. Dispositif d'affichage selon la revendication 11, dans lequel les moyens de projection (6) sont tels que les rayons ( $R_i$ ) sont reçus par la

plaque optique (12) avec des orientations ( $\theta$ ) par rapport à la direction générale de la plaque optique (12) variant sur une plage continue d'orientations non nulles par rapport à l'axe principal (AA') et dans lequel la première direction ( $R_{int}$ ) correspond à l'une ( $\theta_{int}$ ) des

5 orientations de ladite plage continue.

**Fig. 1**



**Fig. 4****Fig. 5**